



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 09 176 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 60 R 21/32**  
B 60 R 21/00  
// B 60 R 21/13

②1 Aktenzeichen: 196 09 176.4  
②2 Anmeldetag: 11. 3. 96  
②3 Offenlegungstag: 18. 9. 97

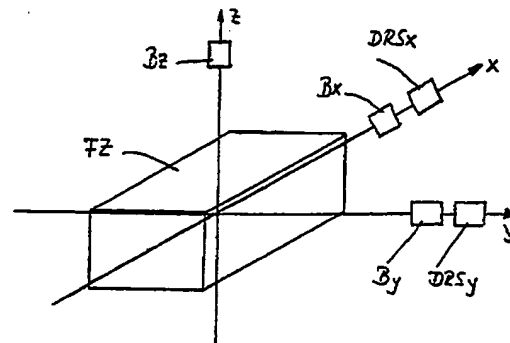
DE 196 09 176 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Mattes, Bernhard, Dipl.-Ing., 74343 Sachsenheim,  
DE; Seyfang, Walter, Dipl.-Ing. (FH), 71691 Freiberg,  
DE; Henne, Michael, Dipl.-Ing. (FH), 74374 Zaberfeld,  
DE

⑤4 Verfahren und Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags

⑤7 Um einen Fahrzeug-Überschlag rechtzeitig und mit hoher Zuverlässigkeit erkennen zu können, sind Beschleunigungssensoren ( $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$ ) vorgesehen, welche die Beschleunigungen des Fahrzeugs (FZ) in Richtung seiner Gierachse ( $z$ ), seiner Wankachse ( $x$ ) und seiner Nickachse ( $y$ ) messen. Außerdem ist mindestens ein Drehratensensor (DRS $_x$ , DRS $_y$ ) vorgesehen, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs (FZ) bezüglich seiner Wankachse ( $x$ ) und evtl. zusätzlich bezüglich seiner Nickachse ( $y$ ) mißt.



DE 196 09 176 A 1

## Stand der Technik

Falls es zu einem Überschlag eines Fahrzeugs kommt, müssen rechtzeitig alle im Fahrzeug installierten Insassen-Schutzvorrichtungen ausgelöst werden, dazu gehören beispielsweise Überrollbügel, Gurtstraffer, Front- und Seitenairbags, Schwingsitzarretierung bei einem LKW, etc. Damit all diese Schutzvorrichtungen rechtzeitig ausgelöst werden können, muß möglichst früh erkannt werden, ob Beschleunigungen des Fahrzeugs in Richtung seiner Hochachse (Gierachse), seiner Längsachse (Wankachse) und seiner Querachse (Nickachse) zu einem Überschlag führen werden. Damit die Insassenschutzvorrichtungen auch wirklich nur bei einem Überschlag ausgelöst werden, sollten Fehlerkennungen von Überschlägen möglichst weitgehend ausgeschlossen werden.

Aus der DE 36 04 216 C2 ist ein Überrollsensor bekannt, bestehend aus einem mit einem Fluid gefüllten Raum, in dem sich als seismische Masse ein nach Art eines Pendels aufgehängter Körper befindet. Aus der Lageänderung des Pendels, das in allen Richtungen ausschlagen kann, wird mit Hilfe einer elektrischen Auswerteschaltung eine Information darüber gewonnen, ob das Fahrzeug sich überschlägt oder nicht. Dieser auf dem Pendelprinzip beruhende Überrollsensor hat den Nachteil, daß er zu träge auf die Fahrzeugbewegungen reagiert, so daß eventuell ein Überschlag zu spät für das Auslösen der Insassenschutzvorrichtungen signalisiert wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlages anzugeben, womit ein Überschlag rechtzeitig und mit großer Zuverlässigkeit erkannt wird.

## Vorteile der Erfindung

Gemäß Anspruch 6 besteht eine Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlages aus mehreren Beschleunigungssensoren, welche die Beschleunigungen des Fahrzeugs in Richtung und seiner Gierachse, seiner Wankachse und seiner Nickachse messen und aus mindestens einem Drehratensensor, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs bezüglich seiner Wankachse und evtl. zusätzlich bezüglich seiner Nickachse mißt.

Nach Anspruch 1 werden zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlages folgende Verfahrensschritte durchgeführt: Mit den Beschleunigungssensoren werden die Beschleunigungen des Fahrzeugs in die Richtungen seiner Gierachse, seiner Wankachse und seiner Nickachse gemessen. Dann wird aus den drei gemessenen Beschleunigungswerten ein Beschleunigungsvektor berechnet. Wenn die Winkelablage des Beschleunigungsvektors gegenüber dem Beschleunigungsvektor in Ruhelage des Fahrzeugs einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, wird ein Überschlag signalisiert. Für die Winkelablage des Beschleunigungsvektors wird ein umso niedrigerer Grenzwert vorgegeben, je größer die von mindestens einem Drehratensensor gemessene Winkelgeschwindigkeit bezüglich der Wankachse und evtl. zusätzlich bezüglich der Nickachse ist.

Es kann allein die von dem Drehratensensor gemessene Winkelgeschwindigkeit als Kriterium für die Erkennung eines Überschlages verwendet werden, falls keine Meßwerte der Beschleunigungssensoren vorliegen.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

## Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit seinen drei Achsen und Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren,

Fig. 2 einen Projektionskegel für den Beschleunigungsvektor und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm für das erfindungsgemäße Verfahren.

In der Fig. 1 ist schematisch ein Fahrzeug FZ dargestellt und ein dazugehöriges orthogonales Achsensystem, mit einer Gierachse  $z$ , einer Wankachse  $x$  und einer Nickachse  $y$ . In dem Fahrzeug FZ sind drei Beschleunigungssensoren installiert. Der erste Beschleunigungssensor  $B_z$  mißt die Beschleunigung des Fahrzeugs in Richtung der Gierachse  $z$ , der zweite Beschleunigungssensor  $B_x$  mißt die Beschleunigung in Richtung der Wankachse  $x$  und der dritte Beschleunigungssensor  $B_y$  mißt die Beschleunigung in Richtung der Nickachse  $y$ . Um alle drei Beschleunigungskomponenten messen zu können, ist man nicht unbedingt darauf angewiesen, drei getrennte Beschleunigungssensoren vorzusehen. Sofern durch geeignete Anordnung von weniger als drei Beschleunigungssensoren alle drei Beschleunigungskomponenten gemessen werden können, ist auch der Einsatz anderer Beschleunigungssensor-Systeme möglich. Außerdem ist mindestens ein Drehratensensor  $DRS_x$  im Fahrzeug installiert, welcher die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Wankachse  $x$  mißt. Zusätzlich kann auch noch ein zweiter Drehratensensor  $DRS_y$  vorgesehen werden, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Nickachse  $y$  mißt. Da Überschläge des Fahrzeugs in der Regel um die Wankachse  $x$  stattfinden, kann eventuell auf den zweiten Drehratensensor  $DRS_y$  verzichtet werden.

In der Fig. 3 ist ein Verfahrensablauf dargestellt, nach dem aus den Meßwerten der Beschleunigungssensoren  $B_z$ ,  $B_x$ ,  $B_y$  und dem mindestens einen Drehratensensor  $DRS_x$  eine Information darüber abgeleitet wird, ob es zu einem Überrollen des Fahrzeugs kommt oder nicht. Im Verfahrensschritt 1 werden zunächst mittels der Beschleunigungssensoren  $B_z$ ,  $B_x$ ,  $B_y$  die Beschleunigung des Fahrzeugs in  $x$ -,  $y$ - und  $z$ -Richtung gemessen. Aus diesen Beschleunigungskomponenten wird im Verfahrensschritt 2 ein resultierender Beschleunigungsvektor  $B_1$  berechnet, der eine bestimmte Richtung und eine bestimmte Länge aufweist.

In der Fig. 2 ist ein dreiaxsiges ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) Projektionschema dargestellt, in dem der berechnete resultierende Beschleunigungsvektor  $B_1$  eingezeichnet ist. Der in der  $z$ -Achse liegende Beschleunigungsvektor  $B_0$  ist der Erdbeschleunigungsvektor, den man mit den Beschleunigungssensoren  $B_z$ ,  $B_x$  und  $B_y$  mißt, wenn das Fahrzeug selbst keine Trägheitsbeschleunigungen aufweist, sich also im Ruhezustand befindet oder sich gleichförmig bewegt. Erfährt nun das Fahrzeug eine Trägheitsbeschleunigung, so wird der Beschleunigungsvektor aus seiner Ruhelage ( $B_0$ ) herausgeschwenkt (z. B.  $B_1$ ). Ein in Fig. 2 eingezeichneter Kegel mit der Mantelfläche  $M$ , dessen Spitze im Zentrum des Koordinatensystems liegt

und dessen Rotationsachse die z-Achse ist, begrenzt den Bereich für den Ausschlag des Beschleunigungsvektors, indem sich das Fahrzeug in einer stabilen Lage befindet. Erst wenn der Beschleunigungsvektor B1, wie in Fig. 2 angedeutet, über die Mantelfläche M des Kegels hinaus-

schwenkt, ist mit einem Überschlag des Fahrzeugs zu rechnen. Neben den Beschleunigungskomponenten wird außerdem von mindestens einem Drehratensensor die Winkelgeschwindigkeit W des Fahrzeugs um eine Achse (vorzugsweise die Wankachse x) gemessen (Verfahrensschritt 3). Falls im Verfahrensschritt 4 festgestellt wird, daß der Betrag des resultierenden Beschleunigungsvektors  $|B1| > G$  ist (G liegt im Bereich von 0 bis z. B. dem 0,05fachen der Erdbeschleunigung g), wird im nächsten Verfahrensschritt 5 aus der gemessenen Winkelgeschwindigkeit W ein Öffnungswinkel  $\Delta$  für einen in Fig. 2 eingezeichneten Projektionskegel abgeleitet. Der Projektionskegel stellt ein Hilfsmittel dar für die Ableitung einer Überschlags-Information. Seine Rotationsachse ist ebenfalls die z-Achse, seine Spitze liegt ebenfalls im Zentrum des Koordinatensystems und seine Mantelfläche ist orthogonal orientiert zu der Mantelfläche M des den stabilen Bereich des Fahrzeug begrenzenden Kegels.

Je größer die im Verfahrensschritt 3 gemessene Winkelgeschwindigkeit W ist, desto kleiner muß der Öffnungswinkel des den stabilen Bereich des Fahrzeugs begrenzenden Kegels mit der Mantelfläche M sein, und desto größer wird der Öffnungswinkel  $\Delta$  des Projektionskegels. Denn bei einer hohen Winkelgeschwindigkeit W kann auch schon bei einem kleineren Ausschlagswinkel des Beschleunigungsvektors B1 mit einem Überschlag des Fahrzeugs gerechnet werden. Der Zusammenhang zwischen der Winkelgeschwindigkeit W und dem Öffnungswinkel  $\Delta$  des Projektionskegels ist also empirisch zu ermitteln.

Im Verfahrensschritt 6 wird die Projektion des Beschleunigungsvektors B1 auf den Projektionskegel berechnet, und zwar werden von dem Beschleunigungsvektor B1 die Projektionen in mehrere Richtungen R1, R2, R3, R4 berechnet. In der Fig. 2 ist nur eine Projektion B1' in die Richtung R1 beispielhaft dargestellt. Für die Berechnung einer Überschlags-Information ist nur diese Projektion B1', also die senkrecht auf der Mantelfläche M des den stabilen Bereich des Fahrzeugs begrenzenden Kegels stehende Komponente des Beschleunigungsvektors B1 maßgebend. Die in der Mantelfläche M des Kegels liegende Komponente des Beschleunigungsvektors B1 hat keinen Einfluß auf den Überschlag des Fahrzeugs. Deshalb wird in den weiteren Verfahrensschritten ausschließlich die Projektion B1' des Beschleunigungsvektors B1 zu der Überschlags-Information weiterverarbeitet.

Im Verfahrensschritt 7 wird die Projektion B1' auf einen maximalen Wert B1'max begrenzt. Diese Begrenzung erfolgt deshalb, weil extrem große Beschleunigungen, die über den Wert B1'max hinausgehen, nicht zu einem Überschlag des Fahrzeugs führen. Solche Beschleunigungseinflüsse können beispielsweise beim Überfahren eines Bordsteins oder einer plötzlichen Unebenheit in der Fahrbahn entstehen. Ohne die besagte Begrenzung würde das System auf Grund der sehr hohen Beschleunigung einen Überschlag vorhersagen, obwohl es in der Realität nicht zu einem Überschlag kommt.

Im nächsten Verfahrensschritt 8 wird die begrenzte Projektion B1' des Beschleunigungsvektors B1 inte-

griert, so daß man zu einer Geschwindigkeit V1 gelangt. Auch diese Geschwindigkeit V1 wird im Verfahrensschritt 9 auf einen maximalen Wert V1max aus den gleichen Gründen wie die Beschleunigung B1' im Verfahrensschritt 7 beschränkt. Anschließend wird im Verfahrensschritt 10 die Geschwindigkeit V1 integriert, so daß man eine Strecke S1 erhält. Auch diese Strecke S1 wird im Verfahrensschritt 11, wie schon die Geschwindigkeit V1 und die Beschleunigung B1', auf einen maximalen Wert S1max begrenzt. Zusätzlich wird die Strecke S1 auf einen minimalen Wert S1min (z. B. 0) begrenzt. Übersteigt die Strecke S1 eine empirisch ermittelte Länge Sn1 (Verfahrensschritt 12), so wird ein Überschlag signalisiert (Verfahrensschritt 13). Bleibt aber die Strecke S1 unterhalb der Länge Sn1, so wird die gesamte zuvor beschriebene Prozedur erneut durchlaufen.

Wie bereits erwähnt, werden die Projektionen des Beschleunigungsvektors B1 in mehreren Richtungen R1, R2, R3, R4 betrachtet und aus allen eine Strecke abgeleitet. Sobald nur eine dieser ermittelten Strecken den Grenzwert Sni ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) überschreitet, wird ein Überschlag signalisiert, was bin Auslösen der Sicherheitsvorrichtungen zur Folge hat.

Falls das Fahrzeug abhebt und den Bodenkontakt verliert und es dabei zu einem Überschlag kommen sollte, würden die Beschleunigungssensoren Bx, By, Bz allenfalls sehr kleine Beschleunigungen messen können. In diesem Falle würde im Anschluß an den Verfahrensschritt 4 in einem Verfahrensschritt 14 abgefragt, ob die gemessene Winkelgeschwindigkeit W größer als eine vorgegebene empirisch ermittelte Schwelle WS ist. Ist das tatsächlich der Fall, so ist davon auszugehen, daß es zu einem Überschlag des Fahrzeugs kommt. Entsprechend ist ein Überschlag zu signalisieren (Verfahrensschritt 13). Bleibt dagegen die gemessene Winkelgeschwindigkeit W unterhalb des Schwellwertes WS, so beginnt die Verfahrensprozedur von neuem.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags, dadurch gekennzeichnet,

- daß mit Hilfe von Beschleunigungssensoren (Bx, By, Bz) die Beschleunigungen des Fahrzeugs (FZ) in die Richtungen seiner Gierachse (z), seiner Wankachse (x) und seiner Nickachse (y) gemessen werden,
- daß aus den drei gemessenen Beschleunigungswerten ein resultierender Beschleunigungsvektor (B1) berechnet wird,
- daß, wenn die Winkelablage des Beschleunigungsvektors (B1) gegenüber dem Beschleunigungsvektor (B0) in Ruhelage des Fahrzeugs (FZ) einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, ein Überschlag signalisiert wird,
- und daß für die Winkelablage des Beschleunigungsvektors (B1) ein umso niedrigerer Grenzwert vorgegeben wird, je größer die von mindestens einem Drehratensensor (DRSx, DRSy) gemessene Winkelgeschwindigkeit bezüglich der Wankachse (x) und evtl. zusätzlich bezüglich der Nickachse (y) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß allein aus der vom Drehratensensor (DRSx, DRSy) gemessenen Winkelgeschwindigkeit ein Kriterium für die Erkennung eines Überschlags abgeleitet wird, falls keine Meßwerte der Beschleunigungssensoren (Bx, By, Bz) vorliegen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Projektionen ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) in mehrere Richtungen ( $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$ ) berechnet werden, daß jede Projektion ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) zweimal integriert wird und daß, wenn einer der zweimal integrierten Projektionen ( $B1'$ ) eine richtungsabhängige Schwelle ( $Sn1$ ) überschreitet, ein Überschlag signalisiert wird. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionen ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) auf Grenzbeschleunigungswerte begrenzt werden, oberhalb derer keine zu einem Überschlag führende Beschleunigung des Fahrzeugs ( $Fz$ ) vorliegt. 10
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der ersten und/oder zweiten Integration der Projektionen ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) resultierenden Signale auf Werte begrenzt werden, oberhalb derer es nicht zu einem Überschlag des Fahrzeugs ( $FZ$ ) kommt. 15
6. Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags, dadurch gekennzeichnet, daß Beschleunigungssensoren ( $Bx$ ,  $By$ ,  $Bz$ ) vorhanden sind, welche die Beschleunigungen des Fahrzeugs ( $FZ$ ) in die Richtungen seiner Gierachse ( $z$ ), seiner Wankachse ( $x$ ) und seiner Nickachse ( $y$ ) messen und daß mindestens ein Drehratensor ( $DRSx$ ,  $DRSy$ ) vorhanden ist, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs ( $FZ$ ) bezüglich seiner Wankachse ( $x$ ) und evtl. zusätzlich bezüglich seiner Nickachse ( $y$ ) mißt. 20 25 30
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, welche aus den drei gemessenen Beschleunigungswerten einen Beschleunigungsvektor ( $B1$ ) berechnen und, wenn die Winkelablage des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) gegenüber dem Erdbeschleunigungsvektor ( $B0$ ) in Ruhelage des Fahrzeugs ( $FZ$ ) einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, einen Überschlag signalisieren, und daß die Mittel einen umso niedrigeren Grenzwert vorgeben, je größer die vom Drehratensor ( $DRSx$ ,  $DRSy$ ) gemessene Winkelgeschwindigkeit ist. 35 40

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

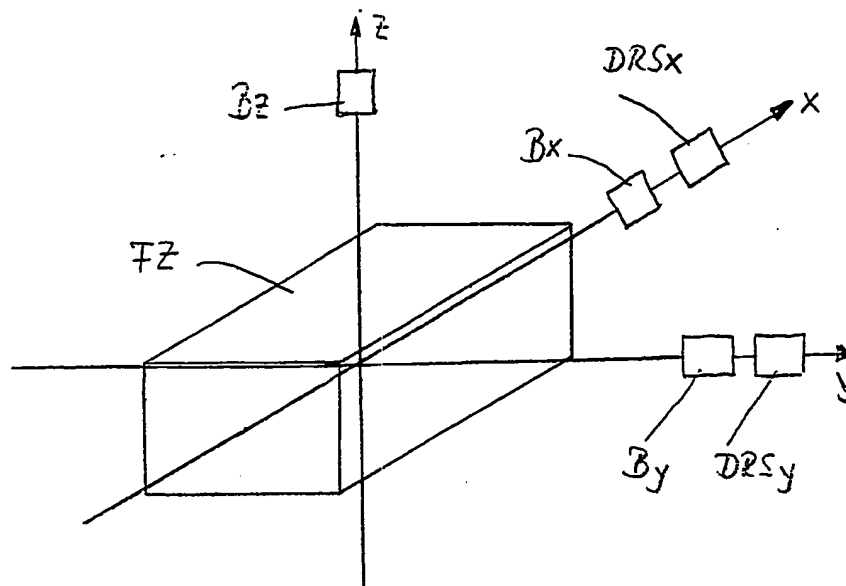


Fig. 1

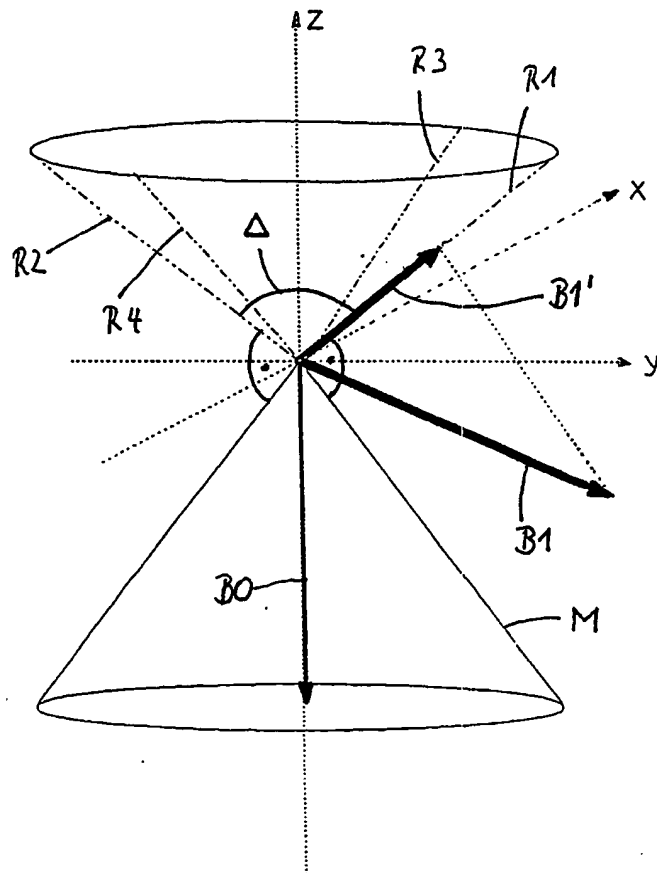


Fig. 2

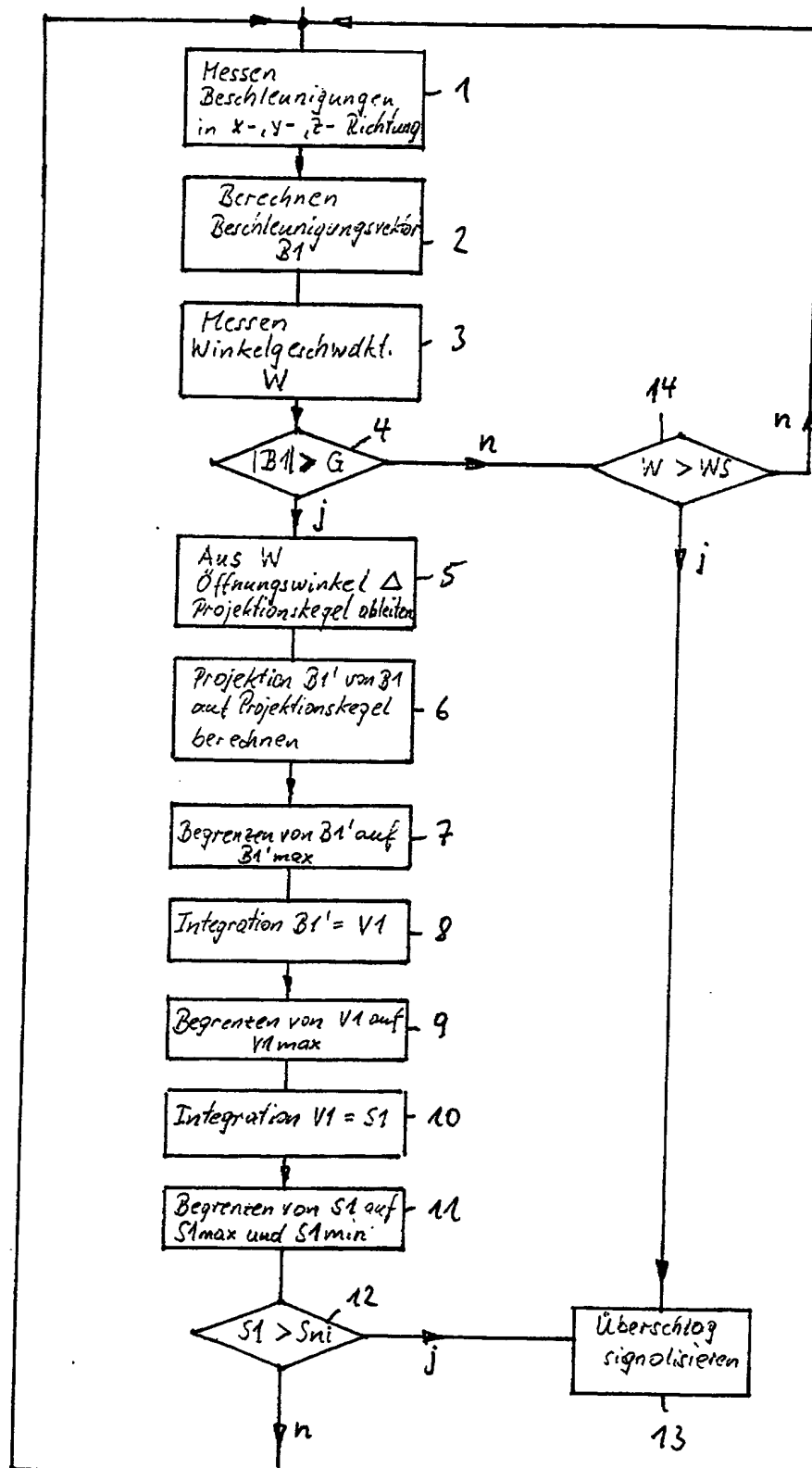
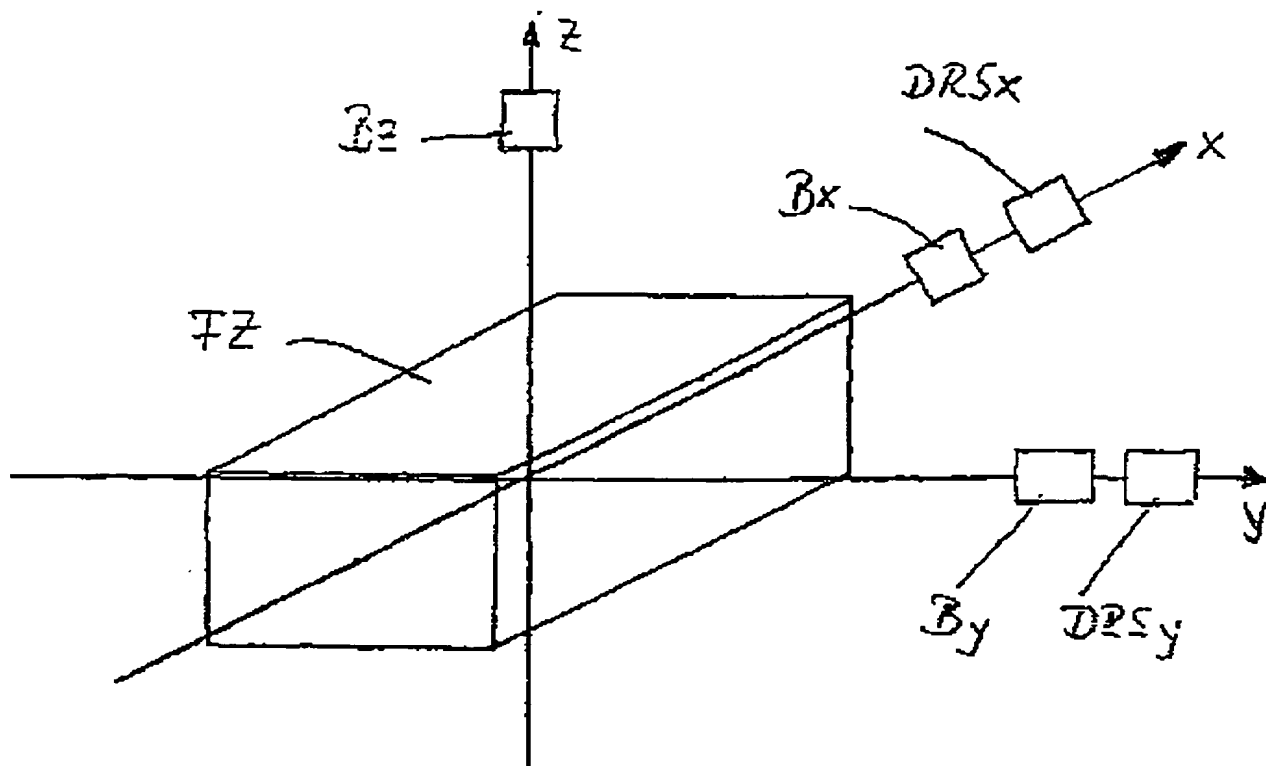


Fig. 3

AN: PAT 1997-458589  
TI: Motor vehicle impact detection method uses acceleration vector obtained by measuring vehicle acceleration along three mutually perpendicular axes  
PN: DE19609176-A1  
PD: 18.09.1997  
AB: The impact detection method uses acceleration sensors (Bx, By, Bz) for measuring the acceleration along three mutually perpendicular axes (x,y,z), the measured acceleration values used to provide an acceleration vector. The angle of the acceleration vector is compared with the acceleration vector when the vehicle is in its rest position, to signal an impact when the difference exceeds a threshold value. The rotation rate of the vehicle relative to its longitudinal and/or transverse axis (x,y) can be used as the criteria for indicating impact when no acceleration values are provided.; Reliable detection of motor vehicle, including heavy goods vehicles, impact.  
PA: (BOSC ) BOSCH GMBH ROBERT;  
IN: HENNE M; MATTES B; SEYFANG W;  
FA: DE19609176-A1 18.09.1997; KR441816-B 02.10.2004; WO9733774-A1 18.09.1997; EP883522-A1 16.12.1998; EP883522-B1 19.01.2000; DE59604260-G 24.02.2000; JP2000510407-W 15.08.2000; KR99071703-A 27.09.1999; US6141604-A 31.10.2000;  
CO: AT; BE; CH; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; JP; KR; LU; MC; NL; PT; SE; US; WO;  
DN: JP; KR; US;  
DR: AT; BE; CH; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE;  
IC: B60K-028/14; B60R-021/00; B60R-021/13; B60R-021/32; G06F-007/00; G06F-017/00;  
MC: S02-G03; X22-X06B;  
DC: Q13; Q17; S02; X22;  
FN: 1997458589.gif  
PR: DE1009176 11.03.1996;  
FP: 18.09.1997  
UP: 15.02.2005

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**